

## Toyota Yaris 2012 Structure Durability Simulation by Hypermesh With Optistruct Solver

**Manh Cuong Nguyen**

*Ho Chi Minh University of Technology and Engineering, Vietnam*

Corresponding author. Email: [cuongnm@hcmute.edu.vn](mailto:cuongnm@hcmute.edu.vn).

### ARTICLE INFO

Received: 26/05/2025  
Revised: 05/08/2025  
Accepted: 21/08/2025  
Published: 28/02/2026

### KEYWORDS

Hypermesh;  
Optistruct;  
FEA/FEM;  
Degree of freedom;  
Yield strength.

### ABSTRACT

This paper focuses on using HyperMesh software to simulate and evaluate the structural strength of the 2012 Toyota Yaris, utilizing the OptiStruct solver with support from LS-Dyna for FEM modeling. The objective is to research and improve the structural design of this vehicle model and similar sedan types. The simulation process will yield strength assessment results through verification scenarios such as bending, torsion, cornering, and uphill driving under the influence of gravitational forces. According to the result, there are 2 cases among 4 tests that are used to test the structural strength of the chassis did not meet the allowable limit of the overall yield strength and displacement of components. Which is the test of torsional strength and the cornering situation test. From there, the solution that was chosen to solve the lack of strength in the 2 tests is replacing the initial material at the specific components with a stronger material to increase the overall strength and integrity.

## Mô phỏng và tính toán độ bền khung xe Toyota Yaris 2012 bằng Hypermesh và bộ giải Optistruct

**Nguyễn Mạnh Cường**

*Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

\*Tác giả liên hệ. Email: [cuongnm@hcmute.edu.vn](mailto:cuongnm@hcmute.edu.vn).

### THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 26/05/2025  
Ngày hoàn thiện: 05/08/2025  
Ngày chấp nhận đăng: 21/08/2025  
Ngày đăng: 28/02/2026

### TỪ KHÓA

Hypermesh;  
Optistruct;  
FEA/FEM;  
Bậc tự do hạn chế;  
Ứng suất.

### TÓM TẮT

Trong bài báo này sẽ tập trung sử dụng phần mềm Hypermesh để mô phỏng, tính toán độ bền của xe Toyota Yaris 2012 bằng bộ giải Optistruct cùng với sự hỗ trợ của LS-Dyna trong việc cung cấp mô hình FEM. Mục đích là để nghiên cứu và cải tiến kết cấu mẫu xe này và các loại xe sedan tương tự. Quá trình mô phỏng sẽ cho ra kết quả về độ bền của xe qua các bài toán kiểm nghiệm như uốn, xoắn, khi xe vào cua, leo dốc chịu tác dụng của lực trọng trường. Kết quả cho thấy có 2 trong số 4 trường hợp được sử dụng là thử nghiệm độ bền xoắn và khi xe vào cua không đạt giới hạn cho phép về độ bền và biên độ dịch chuyển của các kết cấu. Giải pháp đề xuất là thay thế vật liệu ban đầu tại các kết cấu cụ thể bằng vật liệu chắc chắn hơn nhằm tăng độ bền và tính toàn vẹn tổng thể của hệ thống khung xe.

Doi: <https://doi.org/10.54644/jte.2026.1911>

Copyright © JTE. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial purpose, provided the original work is properly cited.

### 1. Giới thiệu

Cấu trúc chính để hình thành nên một chiếc ô tô đó là hệ thống khung gầm, trách nhiệm của nó là hỗ trợ và đảm bảo sự ổn định của các thành phần quan trọng trọng của xe như động cơ, hệ thống treo và hệ

thống lái. Hệ thống này còn giúp mang lại sự an toàn, thoải mái cho người sử dụng, đảm bảo hiệu suất và khả năng xử lý của xe trong khi vẫn đảm bảo tính toàn vẹn về mặt cấu trúc và hỗ trợ các chức năng về mặt vận hành. Để có thể thực hiện được bài toán thử nghiệm này đòi hỏi sử dụng các phần mềm có chức năng mô phỏng và phân tích độ bền tuyến tính hoặc phi tuyến tính. Phần mềm được sử dụng trong bài kiểm nghiệm này là Hypermesh với bộ giải Optistruct cùng với phương pháp phân tích phần tử hữu hạn FEA/FEM. Mô hình xe Toyota Yaris 2012 được cung cấp qua trang chủ của LS-DYNA là LS-DYNA Examples [1].

Thông qua việc nghiên cứu trên 1 mẫu xe được sử dụng rộng rãi và thiết kế đã được cho phép công khai sử dụng vì các mục đích nghiên cứu khoa học phi lợi nhuận, kết quả của các bài toán có thể dùng cho các mục đích nâng cấp về mặt thiết kế cho ô tô trong tương lai khi công nghệ vật liệu không còn quá nhiều đột phá.

Hypermesh là phần mềm CAE (kỹ thuật hỗ trợ máy tính) mạnh mẽ, đáng tin cậy do Altair Engineering phát triển và là một phần của bộ phần mềm CAE Altair Hyperworks. Đây là bộ xử lý trước hiệu suất cao cho phân tích phần tử hữu hạn (FEA) và phương pháp phần tử hữu hạn (FEM). Hypermesh còn có thể được sử dụng cho ngay cả mô hình lớn nhất có thể được phần mềm CAD chuẩn bị để giải quyết và xuất các lần chạy phân tích cho nhiều ngành và ứng dụng khác nhau.

Optistruct là một bộ giải phân tích cấu trúc hiện đại cũng do Altair Engineering phát triển. Đây là một bộ giải quan trọng được sử dụng rộng rãi vì khả năng chịu tải nặng, độ chính xác và tiên tiến trong việc giải các mô phỏng tuyến tính và phi tuyến tính. Optistruct tiên tiến trong việc giải các bài toán tĩnh và động, truyền nhiệt, môi trường vật liệu và các chuyên ngành đa vật lý.

Các lý thuyết về khung gầm và công thức dùng để xử lý kết quả thu được từ mô phỏng về hoạt động và đặc tính của xe trong các trường hợp chịu tác động như uốn, xoắn, kéo nén để tính ứng suất và độ bền kết cấu được tham khảo từ [4]-[9].

## **2. Ứng dụng Hypermesh, Optistruct và FEA/FEM để mô phỏng và tính toán độ bền Toyota Yaris 2012**

Nội dung mô phỏng của các bài toán được thiết kế để tính toán độ bền xe Toyota Yaris 2012 với các trường hợp sau đây:

- Bài toán kiểm nghiệm độ bền uốn (Chịu tác dụng từ trọng lực, hành khách, hành lý)
- Bài toán kiểm nghiệm độ bền xoắn (Xe đi qua điều kiện hố sâu trên mặt đường)
- Bài toán kiểm nghiệm độ bền khi bị đẩy ngang (Xe khi vào cua)
- Bài toán kiểm nghiệm độ bền của lực kéo (Xe khi lên dốc)

Ngoài lực kéo, xe còn phải chịu tác động của lực trọng trường. Đặc biệt là trong trường hợp leo dốc, có xu hướng kéo xe về phía dưới làm cho khung xe phải chịu tải trọng nặng hơn so với khi di chuyển trên mặt phẳng. Điều này có thể dẫn đến những biến dạng không mong muốn ở các phần của khung, đặc biệt là tại các điểm yếu như các mối nối hay các vị trí chịu tải trọng lớn. Thông thường, khi cần tính toán các lực và hành vi của xe dựa trên ngoại lực cần phải tính toán được vị trí của điểm trọng tâm trên xe [2]. Đây là thông tin quan trọng nhất khi thực hiện các phép tính liên quan đến khung xe nói riêng và các bài toán tuyến tính hoặc phi tuyến tính trên xe nói chung. Tuy nhiên nhờ vào khả năng phân bố trọng lượng thông qua các điểm giao nhau (nodes) trên mô hình 3D của Hypermesh, các bài toán tuyến tính hoặc phi tuyến tính có thể đạt được các giá trị gần nhất có thể khi so sánh với mẫu xe được chọn [3].

Các bài toán được đưa ra trong bài báo này là các bài toán tuyến tính (bài toán tĩnh) được tính toán dựa trên mô phỏng các ngoại lực chính tác dụng lên xe và bỏ qua các yếu tố như vận tốc hay thời gian. Thời gian các phép tính được thực thi là 1 giây và chỉ có chức năng đánh giá độ bền của khung xe tại 1 thời điểm nhất định khi các ngoại lực tác dụng lên xe là lớn nhất trong từng điều kiện của các bài toán.

## 2.1. Thông số xe Toyota Yaris 2012 dùng trong bài toán

### 2.1.1. Thông số xe thiết kế

Vật liệu sử dụng và đặc tính vật liệu: Tại Bảng 1, chọn vật liệu là thép S355 với các thông số vật liệu [4]. Lý do bài toán sử dụng vật liệu thép S355 vì vật liệu nguyên bản của mẫu xe được chọn là Toyota Yaris 2012 có độ bền ứng suất lớn hơn nhiều lần so với tiêu chí của bài toán nên việc sử dụng vật liệu nguyên bản sẽ không thể đưa ra đánh giá trên thiết kế khung gầm tổng thể của mẫu xe [5] - [7].

**Bảng 1.** Vật liệu và đặc tính vật liệu sử dụng mô phỏng.

STT	Thông tin của vật liệu	Giá trị
1	Khối lượng riêng $\rho$	7850 kg/m <sup>3</sup>
2	Mô-đun đàn hồi E (Young's modulus)	210000 MPa
3	Mô-đun cắt G	$G = E / [2 \cdot (1 + \nu)] \approx 81000$ MPa
4	ứng suất $f_y$	355MPa
5	Độ bền tối đa $f_u$	470MPa
6	Hệ số Poission trong vùng đàn hồi $\nu$	0.3
7	Hệ số giãn nở nhiệt $\alpha$	$12 \times 10^{-6}$ °K <sup>-1</sup>

Các hệ số cần để thiết định vào phần mềm mô phỏng:

E: hệ số đàn hồi ~ 210000MPa

Nu: hệ số Poission ~ 0.3

RHO: khối lượng riêng ~ 7850kg/m<sup>3</sup> ~ 7.85e-9 ton/mm<sup>3</sup>.

Thông số kỹ thuật của xe sử dụng trong mô phỏng được thể hiện tại Bảng 2.

**Bảng 2.** Thông số xe thiết kế.

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1. Thông tin chung			
1.1	Loại phương tiện		Toyota Yaris 2012
1.2	Công thức bánh xe		4x2R
2. Thông số về kích thước			
2.1	Kích thước bao	mm	4300x1690x1460
2.2	Khoảng cách trục	mm	2550
3. Thông tin khối lượng			
3.1	Khối lượng tổng	kg	1495
3.2	Bánh xe	kg	4x7.66
3.3	Động cơ, hộp số	kg	120
3.3	Hành lý	kg	60
3.4	Hành khách	kg	4(người)x60
3.5	Ghế trước (2 ghế)	kg	2x15
3.6	Ghế sau	kg	30

### 2.1.2. Bài toán kiểm nghiệm độ bền

Quy ước hạn chế bậc tự do trong mô phỏng được thể hiện tại Bảng 3

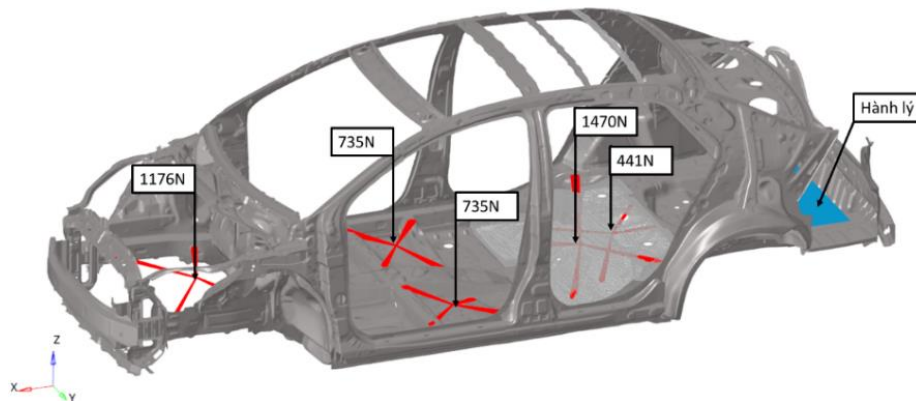
**Bảng 3.** Quy ước hạn chế bậc tự do.

Bậc tự do	Ký hiệu
Tịnh tiến theo X	1
Tịnh tiến theo Y	2
Tịnh tiến theo Z	3
Quay quanh X	4
Quay quanh Y	5
Quay quanh Z	6

Thiết kế, xác định lực tác dụng và vị trí đặt lực với xe được thể hiện tại Bảng 4 và trên Hình 1.

**Bảng 4.** Xác định giá trị lực tác dụng với xe.

Lực tác động	kg	N
Lực động cơ, hộp số	120	1176
Lực hành khách + ghế phía trước (2 vị trí)	2x75	2x735
Lực hành khách + ghế phía sau	150	1470
Nhiên liệu	45	441
Hành lý	60	588

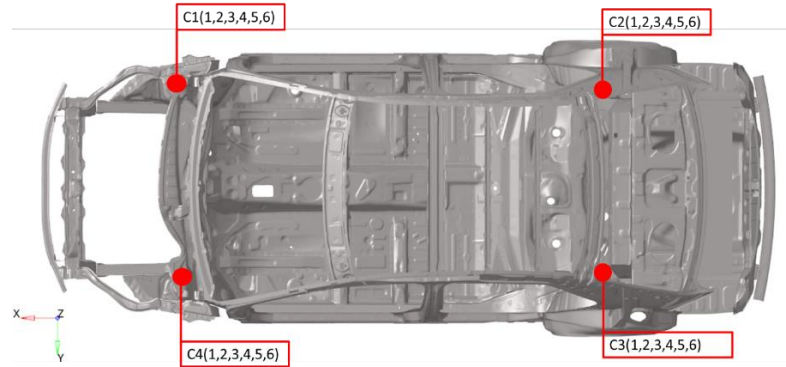


**Hình 1.** Sơ đồ đặt lực trên xe.

## 2.2. Thiết lập bài toán với các bậc tự do hạn chế tương ứng

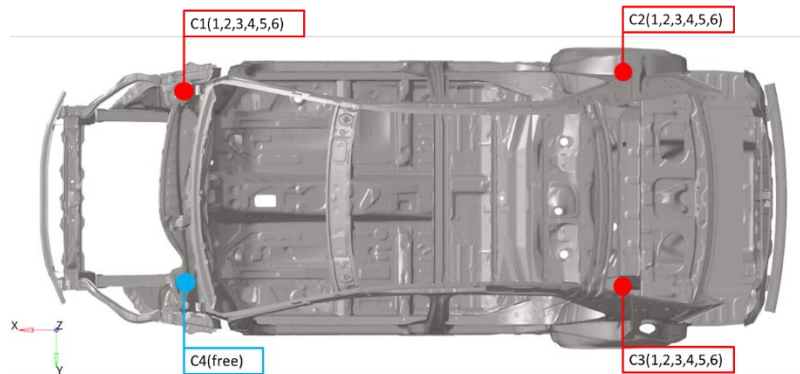
### 2.2.1. Bài toán kiểm nghiệm độ bền uốn và độ bền xoắn

Bài toán kiểm nghiệm độ bền uốn: Bài toán uốn nhằm mục đích đánh giá độ bền và độ cứng của kết cấu xe trong điều kiện di chuyển đều trên mặt đường bằng phẳng. Trong quá trình này, các lực tác dụng lên xe bao gồm lực sinh ra từ động cơ và hộp số, lực do tải trọng hành khách, nhiên liệu và hành lý gây ra. Ngoài ra, xe còn chịu ảnh hưởng của gia tốc trọng trường theo phương thẳng đứng (phương z) [8]. Bài toán kiểm nghiệm độ bền uốn được thiết lập với các bậc tự do hạn chế tương ứng thể hiện trên Hình 2.



**Hình 2.** Các bậc tự do bị hạn chế.

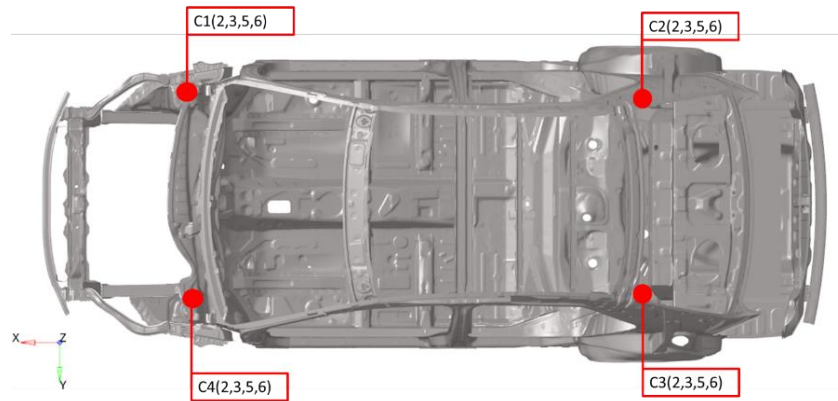
Bài toán kiểm nghiệm độ bền xoắn: Bài toán xoắn được xây dựng nhằm đánh giá độ cứng vững của khung xe khi di chuyển trên địa hình gồ ghề, không bằng phẳng. Trong trường hợp này, các bánh xe không còn tiếp xúc với cùng một mặt phẳng. Cụ thể, giả thiết đặt ra là ba bánh xe vẫn nằm trên một mặt phẳng, trong khi bánh còn lại (bánh trước) rơi vào một hố sâu. Dưới tác động của tải trọng và gia tốc trọng trường, việc bánh xe lọt vào hố sẽ tạo ra một mô men xoắn làm biến dạng khung xe. Các giá trị lực tác dụng trong bài toán này tương tự như ở bài toán uốn, điểm khác biệt nằm ở điều kiện ràng buộc: ba bánh xe được cố định hoàn toàn với 6 bậc tự do, trong khi bánh còn lại được để tự do nhằm mô phỏng tình huống xe bị nghiêng do địa hình. Bài toán kiểm nghiệm độ bền xoắn được thiết lập với các bậc tự do hạn chế tương ứng thể hiện trên Hình 3.



**Hình 3.** Các bậc tự do bị hạn chế.

### 2.2.2. Bài toán kiểm nghiệm độ bền của xe khi vào cua và khi leo dốc

Bài toán kiểm nghiệm độ bền của xe khi vào cua: Khi xe di chuyển vào cua với tốc độ cao, khung xe sẽ phải chịu tác động của lực ly tâm, một loại lực phát sinh khi có sự thay đổi hướng chuyển động. Lực ly tâm có xu hướng đẩy xe ra khỏi quỹ đạo vòng cung, làm cho xe có thể bị văng ra ngoài nếu không được kiểm soát. Lực này càng mạnh khi tốc độ của xe càng cao hoặc khi bán kính của đường cua càng nhỏ. Trong bài toán này, xe chịu gia tốc ly tâm với giá trị được tính là 0,4G, tức là 0,4 lần gia tốc trọng trường, tương đương với giá trị  $0,4 \times 9810 = 3.924 \text{ mm/s}^2$  [8]. Gia tốc ly tâm này là yếu tố quan trọng cần được tính đến khi phân tích sự ảnh hưởng của lực lên kết cấu xe, đặc biệt là khi xe phải di chuyển qua những khúc cua gấp. Ngoài gia tốc ly tâm, xe còn phải chịu các tác động khác từ các tải trọng giống như trong bài toán uốn. Các tải trọng này bao gồm trọng lượng của xe, hành khách, và các yếu tố khác như hành lý hay nhiên liệu. Thêm vào đó, xe còn chịu ảnh hưởng của gia tốc trọng trường theo phương Z, với giá trị là  $9.810 \text{ mm/s}^2$ . Gia tốc trọng trường này ảnh hưởng đến tất cả các bộ phận của xe, đặc biệt là khung xe, khiến cho việc phân tích độ bền và độ cứng vững của kết cấu trở nên phức tạp hơn khi xe di chuyển trong điều kiện có lực ly tâm tác động. Bài toán kiểm nghiệm độ bền của xe khi vào cua được thiết lập với các bậc tự do hạn chế tương ứng thể hiện trên Hình 4.



**Hình 4.** Các bậc tự do bị hạn chế.

Bài toán kiểm nghiệm độ bền của xe khi leo dốc: Bài toán này nhằm kiểm tra độ bền của khung xe khi xe leo lên một dốc có độ dốc 30 độ với gia tốc đạt giá trị 0,4G, tương đương với gia tốc là 3924 mm/s<sup>2</sup>. Khi xe di chuyển lên dốc, khung xe sẽ chịu tác động của lực kéo, lực này được sinh ra bởi động cơ của xe để giúp xe có thể leo lên dốc. Lực kéo này có thể tạo ra những tải trọng lớn lên các bộ phận của khung xe, làm cho khung phải chịu những ứng suất và biến dạng. Ngoài lực kéo, xe còn chịu tác động của lực trọng trường, đặc biệt là trong trường hợp leo dốc, lực này sẽ có xu hướng kéo xe về phía dưới, khiến cho khung xe phải chịu tải trọng nặng hơn so với khi di chuyển trên mặt phẳng [8]. Điều này có thể dẫn đến những biến dạng không mong muốn ở các phần của khung, đặc biệt là tại các điểm yếu như các mối nối hay các vị trí chịu tải trọng lớn.

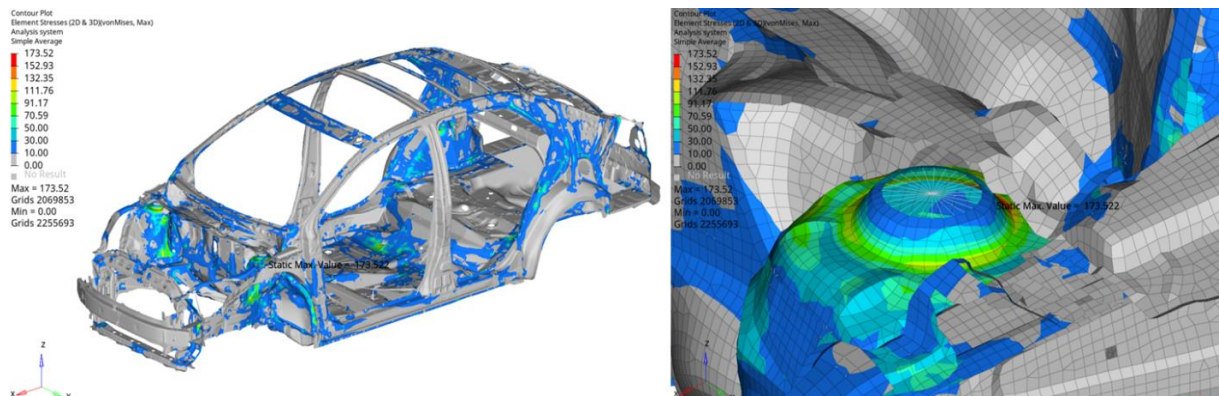
### 3. Kết quả và thảo luận

Vật liệu được sử dụng cho bài toán là thép S335 có ứng suất chảy, do bài toán chưa đề cập đến các yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến tải trọng tác dụng nên khung trong điều kiện thực tế vì vậy lựa chọn hệ số an toàn  $k = 1,3$ . Ứng suất giới hạn cho phép của bài toán được xác định như sau (1):

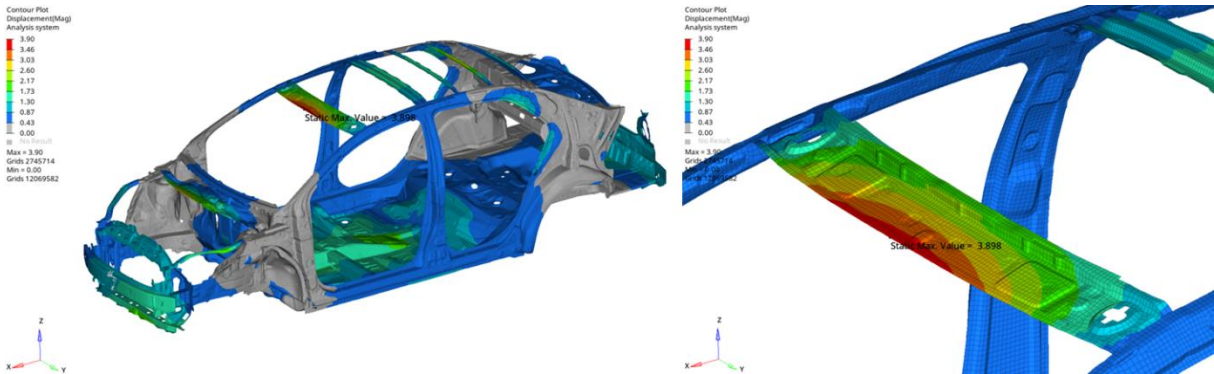
$$\sigma = \frac{335}{1.3} = 257.7 \text{ Mpa} \quad [9] \quad (1)$$

#### 3.1. Bài toán kiểm nghiệm độ bền uốn và độ bền xoắn

##### a) Bài toán kiểm nghiệm độ bền uốn



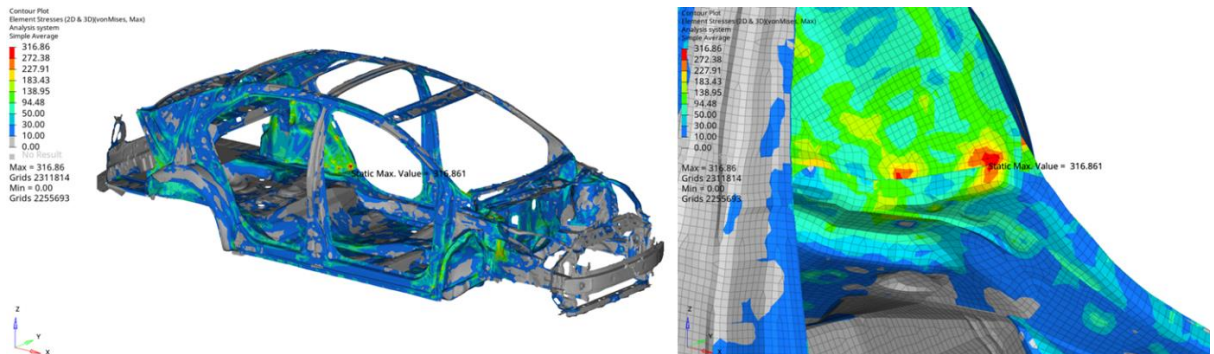
**Hình 5.** Ứng suất độ bền uốn.



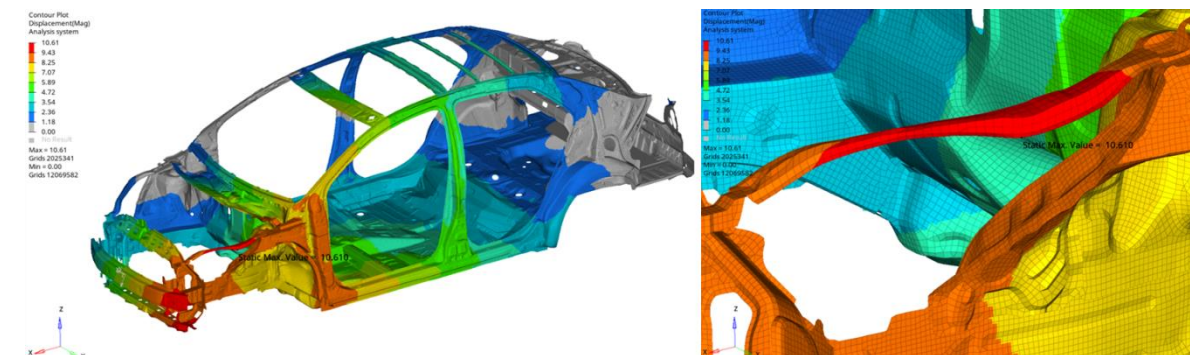
**Hình 6.** Chuyển vị độ bền uốn.

Kết quả mô phỏng từ Hình 5 và Hình 6 cho thấy đối với bài toán uốn khi thực hiện trên khung xe thì giá trị ứng suất và chuyển vị đều trong khoảng cho phép. Giá trị ứng suất đạt  $\sigma_{\max} = 173.52 \text{Mpa}$  nhỏ hơn giá trị ứng suất cho phép là  $\sigma = 257.7 \text{Mpa}$ . Vị trí đạt giá trị ứng suất lớn nhất tập trung ở phần khung xe gắn với hệ thống giảm chấn. Do điểm hạn chế các bậc tự do nằm tại vị trí này nên dưới tác động của các tải trọng tĩnh thì tại đây sẽ xuất hiện giá trị ứng suất lớn nhất. Tại vị trí thanh chắn phía trước nơi lắp với phần trần xe do vị trí có kết cấu là thanh dài nằm ngang, dưới tác động của tải trọng thì ở vị trí giữa sẽ có độ võng lớn nhất với giá trị là  $\Delta l = 3.89 \text{mm}$ .

**b) Bài toán kiểm nghiệm độ bền xoắn**



**Hình 7.** Ứng suất độ bền xoắn.



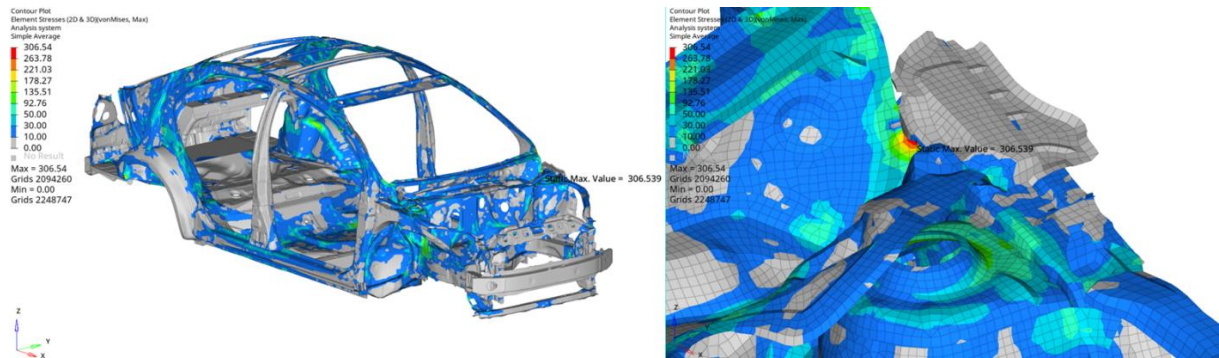
**Hình 8.** Chuyển vị độ bền xoắn.

Kết quả mô phỏng từ Hình 7 và Hình 8 cho thấy đối với bài toán xoắn như sau: Bài toán mô phỏng điều kiện thực tế khi xe đi vào hố sâu khiến cho phần thân xe lúc này sẽ bị vặn xoắn. Dựa vào kết quả mô phỏng có thể thấy rằng giá trị ứng suất đang đạt giá trị lớn nhất ở khu vực bánh sau phía bên trái

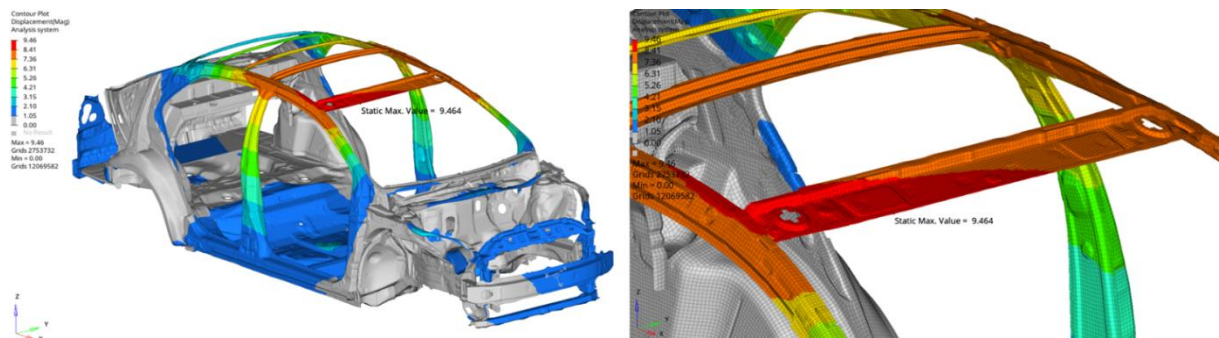
với giá trị  $\sigma_{\max} = 316.86\text{Mpa}$ . Giá trị này đang vượt giá ứng suất giới hạn của vật liệu đang chọn do vậy kết cấu khung xe không đảm bảo điều kiện bền với điều kiện của bài toán do đó cần đưa ra giải pháp để cải tiến. Giá trị chuyển vị đạt giá trị lớn nhất ở khu vực khung phía trước bên trái nơi mà khi bánh xe đi vào hố thì phần khung cũng bị kéo xuống theo  $\Delta l = 10.61\text{mm}$ .

### 3.2. Bài toán kiểm nghiệm độ bền của xe khi vào cua và khi leo dốc

a) Bài toán kiểm nghiệm độ bền của xe khi vào cua



**Hình 9.** Ứng suất độ bền khi vào cua.

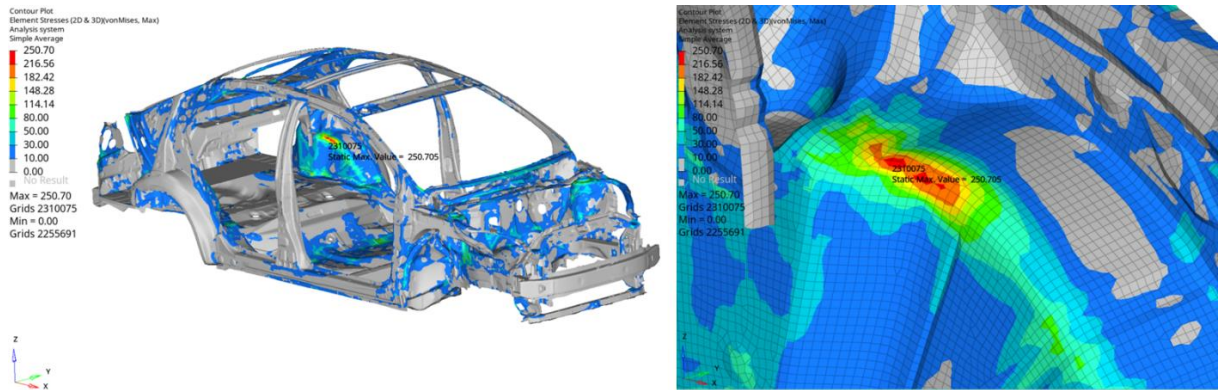


**Hình 10.** Chuyển vị độ bền khi vào cua.

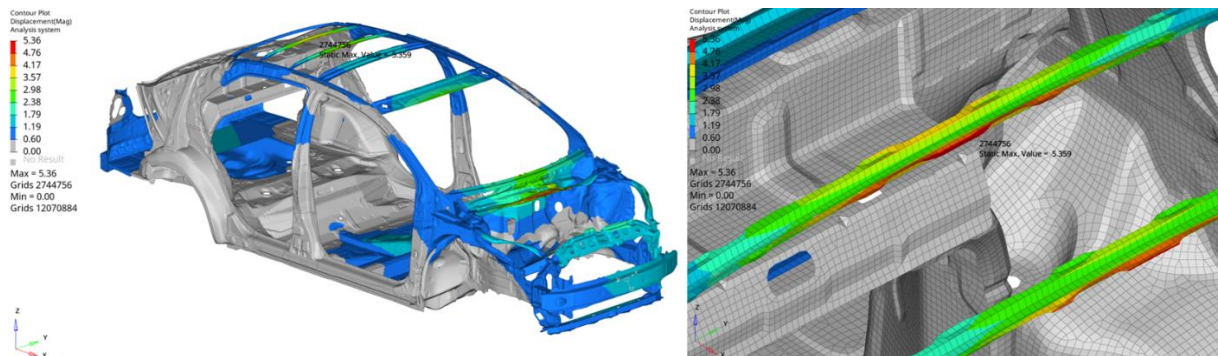
Kết quả mô phỏng từ Hình 9 và Hình 10 cho thấy đối với bài toán khi xe quay vòng như sau: Khi xe vào cua với vận tốc cao thì thân xe sẽ chịu tác động của gia tốc ly tâm cho xu hướng làm cho khung xe bị bẻ cong quanh trục z. Từ kết quả mô phỏng có thể thấy với chiều gia tốc tác động theo trục y làm cho khu vực bị hạn chế các bậc tự do biến dạng nhiều hơn so với các khu vực khác. Ứng suất đạt giá trị lớn nhất là 306.5 Mpa. Giá trị này đang vượt quá ngưỡng cho phép của vật liệu nên trong trường hợp này khung xe không đủ bền. Giá trị chuyển vị đạt giá trị lớn nhất ở thanh phía trên trần xe với  $\Delta l = 9.46\text{mm}$  nhỏ hơn giá trị chuyển vị cho phép là 15 mm.

b) Bài toán kiểm nghiệm độ bền của xe khi leo dốc

Kết quả mô phỏng từ Hình 11 và Hình 12 cho thấy đối với bài toán khi xe leo dốc như sau: Khi xe leo dốc lực từ động cơ có xu hướng kéo thân xe lên phía trên trong khi đó trọng lực của xe có xu hướng kéo xuống dưới. Lúc này thân xe sẽ chịu tải trọng kéo nén. Ứng suất đạt giá trị lớn nhất  $\sigma_{\max} = 250.7\text{Mpa}$  nhỏ hơn giá trị ứng suất cho phép nên trong bài toán leo dốc thân xe đảm bảo đủ bền. Giá trị chuyển vị đạt 5.36 mm thỏa mãn yêu cầu.



**Hình 11.** Ứng suất độ bền khi leo dốc.



**Hình 12.** Chuyển vị độ bền khi leo dốc.

### 3.3. Cải tiến khung xe đảm bảo điều kiện làm việc

Theo kết quả phân tích từ phần 3 trong bốn bài toán được sử dụng để kiểm nghiệm độ bền của khung xe thì bài toán kiểm tra độ bền xoắn và khi xe vào cua đang không thỏa mãn ứng suất giới hạn cho phép. Do đó để đảm bảo điều kiện làm việc của thân xe cần tiến hành cải tiến.

Phương pháp cải tiến: Thay đổi vật liệu chi tiết chịu ứng suất max.

Vật liệu đang sử dụng cho phần khung xe là thép S355 với ứng suất chảy là  $\sigma = 355\text{Mpa}$ , với hệ số an toàn  $k=1.2$  thì ứng suất giới hạn cho phép là  $\sigma_{cph} = 295.8\text{Mpa}$ . Trong khi đó ứng suất max trong bài toán xoắn là  $316.86\text{Mpa}$  và bài toán xe vào cua là  $306.5\text{Mpa}$ . Do đó lựa chọn mác thép có ứng suất chảy lớn hơn là S420 với  $\sigma = 420\text{Mpa}$ .

$$\sigma_{cph} = \frac{420}{1.2} = 350\text{Mpa} \quad (2)$$

## 4. Kết luận

Bài báo này trình bày mô phỏng và tính toán được độ bền kết cấu khung gầm của xe trong bốn điều kiện vận hành quan trọng: chịu uốn và chịu xoắn, khi vào cua tốc độ cao và khi leo dốc. Với vật liệu chính được sử dụng là thép S355, áp dụng hệ số an toàn phù hợp với điều kiện thực tế để tiến hành mô phỏng bằng phương pháp phần tử hữu hạn nhằm đánh giá phân bố ứng suất và kết quả trong từng tình huống. Kết quả thu được cho ta biết thêm về điểm mạnh và hạn chế của thiết kế khung gầm hiện tại.

Trong thử nghiệm uốn, khung gầm đã chứng minh hiệu suất đạt yêu cầu. Ứng suất và dịch chuyển tối đa được tìm thấy nằm trong giới hạn cho phép của vật liệu, với mức tập trung ứng suất cao nhất xảy ra tại điểm nối với hệ thống giảm chấn. Điều này được dự đoán do các hạn chế về kết cấu tại thời điểm

đó, khiến nó hấp thụ tải trọng tĩnh đáng kể. Tương tự như vậy, độ võng tối đa được ghi nhận tại nhịp giữa của dầm ngang nối với mái như dự đoán của lý thuyết dầm, nhưng vẫn nằm trong giới hạn an toàn.

Thử nghiệm độ bền xoắn, mô phỏng xe gặp ổ gà sâu và đã phát hiện ra những hạn chế về cấu trúc khung gầm. Khu vực bánh sau bên trái chịu ứng suất cao nhất và vượt quá giới hạn chịu lực của vật liệu. Điều này cho thấy rằng dưới tải trọng chịu lực xoắn nghiêm trọng thì thiết kế khung hiện tại không đáp ứng được các yêu cầu về độ bền. Hơn nữa xuất hiện biên độ dịch chuyển quá lớn được ghi lại ở khu vực khung trước bên trái cho thấy cần phải gia cố kết cấu để duy trì tính toàn vẹn hình học khi trường hợp tương tự xảy ra.

Trong thử nghiệm vào cua, xe chịu tác dụng của lực ly tâm trong các góc cua với tốc độ cao, khi mô phỏng cho thấy khung bị uốn cong đáng kể dọc theo trục z do gia tốc dọc theo trục y. Khu vực hạn chế của khung xe thể hiện mức ứng suất lên tới 306,5 MPa vượt quá giới hạn cho phép của vật liệu. Mặc dù biên độ dịch chuyển vẫn nằm trong mức cho phép nhưng kết quả ứng suất xác nhận rằng khung xe đáp ứng không đủ về mặt cấu trúc với quán tính khi vào cua cực đại.

Thử nghiệm leo dốc cho kết quả khả quan. Trong điều kiện tải kéo-nén, ứng suất và độ dịch chuyển tối đa (5,36 mm) vẫn thấp hơn ngưỡng tương ứng của chúng. Điều này xác nhận rằng cấu hình khung xe hiện tại được chứng nhận về mặt cấu trúc cho các tình huống lái xe lên dốc, mang lại cả độ bền và độ chắc chắn.

Dựa trên đánh giá của tất cả các điều kiện thử nghiệm, có thể kết luận rằng thiết kế khung gầm hiện tại đủ ổn định cho các tình huống uốn cong và leo dốc thông thường nhưng cần gia cố để chịu được lực xoắn và lực vào cua tốc độ cao. Là một giải pháp được đề xuất, nghiên cứu khuyến nghị thay thế vật liệu của các thành phần có độ bền kéo tối đa và ứng suất cao nhất bằng thép S420, có độ bền kéo cao hơn thép S355. Sự cải tiến này dự kiến sẽ nâng cao giới hạn ứng suất cho phép và đảm bảo khung duy trì tính toàn vẹn của cấu trúc trong mọi điều kiện vận hành. Tuy nhiên, các kết quả trong các bài toán chỉ có chức năng chỉ ra những điểm cần cải thiện và nâng cấp trong thiết kế của mẫu xe vì vật liệu nguyên bản của mẫu xe đã vượt trội hơn nhiều về mặt giới hạn ứng suất so với vật liệu được chọn trong các bài toán.

Nhìn chung, nghiên cứu chứng minh tầm quan trọng của mô phỏng dựa trên tình huống trong thiết kế khung gầm ô tô và nhấn mạnh sự cần thiết của việc nâng cấp vật liệu với mục tiêu rõ ràng để đạt được các tiêu chuẩn về an toàn, độ bền và hiệu suất trong kỹ thuật.

## Xung đột lợi ích


Tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích trong bài báo này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] DYNA Examples, “Yaris static suspension system loading.” [Online]. Available: <https://www.dynaexamples.com/implicit/yaris-static-suspension-system-loading>
- [2] J. Reimpell, H. Stoll, and J. W. Betzler, *The Automotive Chassis: Engineering Principles*, 2nd ed. Warrendale, PA, USA: Society of Automotive Engineers, 2011.
- [3] P. M. Son and N. Q. Huy, *Giáo trình ứng dụng HyperMesh chia lưới mô hình 3D trong mô phỏng (CAE)*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP.HCM, 2015.
- [4] Eurocode Applied, “Steel design – material properties.” [Online]. Available: <https://eurocodeapplied.com/design/en1993/steel-design-properties>
- [5] Klöckner Metals, “The role of ultra and advanced high-strength steel in cars.” [Online]. Available: <https://www.kloeknermetals.com/blog/the-role-of-ultra-and-advanced-high-strength-steel-in-cars>
- [6] Toyota Motor Corporation, *Toyota Technical Review*, vol. 66. [Online]. Available: [https://global.toyota/pages/global\\_toyota/mobility/technology/toyota-technical-review/TTR\\_Vol66\\_E.pdf](https://global.toyota/pages/global_toyota/mobility/technology/toyota-technical-review/TTR_Vol66_E.pdf)
- [7] Toyota Motor Corporation, “Chassis technology development.” [Online]. Available: [https://www.toyota-global.com/company/history\\_of\\_toyota/75years/data/automotive\\_business/products\\_technology/technology\\_development/chassis/index.html](https://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/data/automotive_business/products_technology/technology_development/chassis/index.html)
- [8] Đ. Quý, *Lý thuyết ô tô*. Ho Chi Minh City, Vietnam; Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP.HCM, 2012.
- [9] N. Đ. Đức and Đ. N. Mai, *Sức bền vật liệu và kết cấu*. Hanoi, Vietnam: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2011.

**Manh Cuong Nguyen** is a lecturer at the Department of Automobile Engineering at faculty of Energy Engineering and Transport, University of Technology and Engineering (formerly Ho Chi Minh City University of Technology and Education). He received his Ph.D. in Vehicle Engineering from the University of Science and Technology – The University of Da Nang, and his Master’s degree in Vehicle Engineering from National Taipei University of Technology, Taiwan. Dr. Cuong has extensive experience in automotive engineering education, research,

---

and vocational education quality assurance. His main research interests focus on internal combustion engines, biodiesel fuels, combustion simulation, vehicle powertrain systems, and energy efficiency in automotive applications. He has authored numerous scientific publications in national and international journals and conferences. In addition to his academic work, he has actively participated in vocational education accreditation and quality assurance activities in Vietnam, contributing to the improvement of technical and professional education standards.  
Email: [cuongnm@hcmute.edu.vn](mailto:cuongnm@hcmute.edu.vn). ORCID:  <https://orcid.org/0009-0002-2650-4816>